

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-252775

(43)Date of publication of application : 08.09.1992

(51)Int.Cl.

B62D 6/00
B62D 5/04
// B62D101:00
B62D119:00

(21)Application number : 03-014933

(71)Applicant : NIPPON SEIKO KK

(22)Date of filing : 16.01.1991

(72)Inventor : ITAKURA HIROSUKE

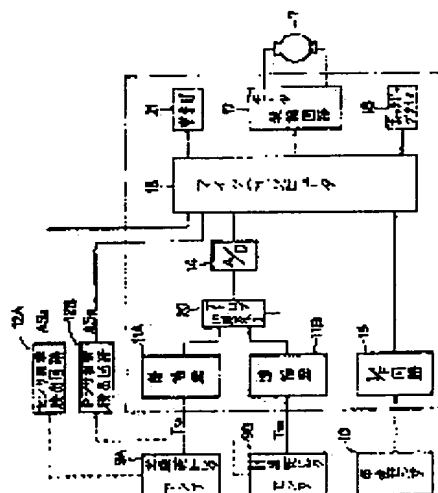
MIYURA YASUHIKO

(54) ELECTRIC POWER STEERING DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To prevent sudden increase of steering resistance at generation of abnormality in a steering torque sensor and give the operator enough composure to cope with generation of the abnormality, in an electric motor-driven power steering device.

CONSTITUTION: When abnormality in a main steering torque sensor 9A is detected (step 3c), the drive current of an electric motor to generate steering subsidiary torque is decided based on the steering torque detected value from a subsidiary steering torque sensor 9B (step 3d1-3d4), and when abnormality is also detected in the subsidiary steering sensor 9B, a motor current setting value IM against a motor drive circuit is gradually decreased (step 3a), by decreasing the steering subsidiary torque value T calculated based on the direct before steering torque detected value a gradually decreasing value ΔT a time.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

【請求項1】 操舵系の操舵トルクを検出する操舵トルク検出手段と、該操舵トルク検出手段の操舵トルク検出値に基づいて前記操舵系に対して操舵補助力を発生する電動モータを制御する制御手段とを備えた電動式動力舵取装置において、前記操舵トルク検出手段の異常状態を検出して異常検出信号を出力する異常検出手段を備え、前記制御手段は、前記異常検出手段の異常検出信号を受けたときに、前記電動モータで発生する操舵補助トルクを徐々に低下させるトルク漸減手段を有することを特徴とする電動式動力舵取装置。

【請求項2】 操舵系の操舵トルクを検出する操舵トルク検出手段と、該操舵トルク検出手段の操舵トルク検出値に基づいて前記操舵系に対して操舵補助力を発生する電動モータを制御する制御手段とを備えた電動式動力舵取装置において、前記操舵トルク検出手段の異常状態を検出して異常検出信号を出力する異常検出手段を備え、前記操舵トルク検出手段は少なくとも主操舵トルク検出器及び副操舵トルク検出器の2つのトルク検出器を有すると共に、前記制御手段は、前記異常検出手段の異常検出信号を受けたときに、入力される操舵トルク検出値を前記主操舵トルク検出器から副操舵トルク検出器に切替える入力切替手段を有することを特徴とする電動式動力舵取装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、車両の操舵力を電動機の発生トルクによって補助するようにした電動式動力舵取装置に関し、特に負荷の大きいバッテリーフォークリフト等の産業車両に適用して好適なものである。

【0002】

【従来の技術】 従来の産業車両用の電動式動力舵取装置としては、例えば本出願人が先に提案した実開昭63-146736号公報に記載されているものがある。この従来例は、電動式動力舵取装置に使用するトルク検出器の異常検出装置であって、トルク検出器の出力電圧が所定設定範囲内であるか否かを判別し、当該所定設定範囲外であるときに前記トルク検出器の断線と判断して異常状態検出信号を出力する出力電圧異常検出回路と、前記トルク検出器に印加される印加電圧がある基準値より低いときに前記トルク検出器の短絡と判断して異常状態検出信号を出力する印加電圧異常検出回路とを備えた構成を有し、出力電圧異常検出回路及び印加電圧異常検出回路でトルク検出器の断線、短絡等の異常を検出したときに、直ちに電動機を駆動する電動機駆動回路への電源供給を遮断すると共に、電動機駆動回路への制御信号の入力を遮断するようにしている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記従来の産業車両用の電動式動力舵取装置にあっては、トル

ク検出器が断線、短絡等の異常状態となったときに直ちに電動機に対する電源の供給を遮断して電動機による操舵補助力の発生を停止するようにしていたので、今まで電動モータのトルクによって発生していたタイヤの横滑り等の操舵系の弾性変形が一時に解放され、これがステアリングホイールに伝達されることになるので、ステアリングホイールに大きなキックバックが発生し、ステアリングホイールを操作している運転者にショックを与えるという問題点があった。殊に、バッテリーフォークリフト用の電動式動力舵取装置は、乗用車のそれと比較して動力舵取装置の電動モータによる操舵補助力が遙かに大きく、通常時は電動モータの操舵補助力だけに頼っているため、上記キックバックも大きくなり運転者が感じるショックも大きいものとなると共に、電動モータによる操舵補助力が急に零となることにより、ステアリングホイールの操舵抵抗が急増し、この操舵抵抗の急増によって運転者が異常発生を認識するため、異常発生に対処する車両の停止等の操作を行う余裕が少ないという問題点がある。

【0004】 そこで、本発明の目的は、上記従来例の問題点に鑑みてなされたものであり、操舵トルク検出手段に異常状態が生じたときに、操舵補助力を発生する電動モータの駆動電圧を徐々に低下させるか、又は正常な他の操舵トルク検出器の操舵トルク検出値に基づいて電動モータを駆動制御することにより、上記従来例の問題点を解決することができる電動式動力舵取装置を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】 上記従来例の課題を解決するために、請求項1に係る電動式動力舵取装置は、図1のクレーム対応図に示す如く、操舵系の操舵トルクを検出する操舵トルク検出手段と、該操舵トルク検出手段の操舵トルク検出値に基づいて前記操舵系に対して操舵補助力を発生する電動モータを制御する制御手段とを備えた電動式動力舵取装置において、前記操舵トルク検出手段の異常状態を検出して異常検出信号を出力する異常検出手段を備え、前記制御手段は、前記異常検出信号を受けたときに、前記電動モータで発生する操舵補助トルクを徐々に低下させるトルク漸減手段を有する。

【0006】 また、請求項2に係る電動式動力舵取装置は、図2のクレーム対応図に示す如く、操舵系の操舵トルクを検出する操舵トルク検出手段と、該操舵トルク検出手段の操舵トルク検出値に基づいて前記操舵系に対して操舵補助力を発生する電動モータを制御する制御手段とを備えた電動式動力舵取装置において、前記操舵トルク検出手段の異常状態を検出して異常検出信号を出力する異常検出手段を備え、前記操舵トルク検出手段は少なくとも主操舵トルク検出器及び副操舵トルク検出器の2つのトルク検出器を有すると共に、前記制御手段は、前

記異常検出手段の異常検出信号を受けたときに、入力される操舵トルク検出値を前記主操舵トルク検出器から副操舵トルク検出器に切換える入力切換手段を有する。

【0007】

【作用】請求項1に係る電動式動力舵取装置では、操舵トルク検出手段に異常状態が生じると、異常状態検出手段から異常検出信号が制御手段に出力される。これに応じて制御手段で、例えば電動モータに対する駆動電流を徐々に低下させることにより、電動モータによって発生する操舵補助トルクが徐々に低下する。このため、キックバックを徐々に解消することができると共に、ステアリングホイールの操舵感が徐々に重くなるので、運転者に異常発生を徐々に認識させて、異常発生に対する車両の停止等の操作を行う余裕を充分にとることができる。

【0008】また、請求項2に係る電動式動力舵取装置では、操舵トルク検出手段として、主操舵トルク検出器及び副操舵トルク検出器の少なくとも2つのトルク検出器を設け、常時は主操舵トルク検出器の操舵トルク検出値を制御手段に入力して、この操舵トルク検出値に基づいて電動モータを駆動制御し、異常検出手段で、主操舵トルク検出器の異常を検出したときに、副操舵トルク検出器の操舵トルク検出値に切換えることにより、正常な操舵補助状態を継続する。

【0009】

【実施例】以下、本発明の電動式動力舵取装置の実施例を図面を伴って説明する。図3は本発明の第1実施例を示す概略構成図である。図中、1はステアリングホイールであって、その操舵力がステアリングシャフト2を介してステアリングギヤ3に伝達され、転舵輪を転舵させる。

【0010】ステアリングシャフト2には、減速歯車5を介して電動モータ7の出力軸7aが連結され、電動モータ7が制御手段としての制御装置8によって駆動制御される。この制御装置8には、ステアリングホイール1に入力される操舵トルクを例えばトーションバーの捩れ角変位として検出するポテンショメータで構成される操舵トルクセンサ9の電圧信号でなる操舵方向を含む操舵トルク検出値 T_s と、車両の車速を検出する車速センサ10の車速検出値 V とが入力されている。そして、制御装置8は、図4に示す如く、操舵トルクセンサ9の操舵トルク検出値 T_s が入力される増幅器11と、操舵トルクセンサ9の異常を検出するセンサ異常検出回路12を有し、増幅器11の増幅出力 T_{s1} がA/D変換器14を介してマイクロコンピュータ16に入力されると共に、操舵トルク異常検出回路12の異常検出信号ASが直接マイクロコンピュータ16に入力され、さらに、車速センサ10の車速検出値 V がインタフェース回路15を介してマイクロコンピュータ16に入力され、マイクロコンピュータ16から出力されるモータ電流設定値 I_m が電動モータ7に駆動電流を出力するモータ駆動回路17

に供給される。

【0011】ここで、増幅回路11は、入力される操舵トルク検出値 T_s に所定の増幅率に対応する係数 β を乗じた増幅出力 T_{s1} ($=\beta T_s$)を出力する。また、操舵トルク異常検出回路12は、操舵トルクセンサ9に印加する印加電圧の異常を検出して短絡異常を検出する印加電圧異常検出回路12aと、操舵トルクセンサ9から出力される操舵トルク検出値 T_s の異常を検出して断線異常を検出する出力電圧異常検出回路12bとで構成され、これら異常検出回路12a、12bから夫々操舵トルクセンサ9の短絡異常、断線異常を検出したときに論理値“1”の検出信号をオアゲート12cに出力し、このオアゲート12cから異常検出信号ASが出力される。

【0012】また、マイクロコンピュータ16は、図5及び図6に示すフローチャートに従って演算処理を実行し、操舵トルクセンサ9の操舵トルク検出値 T_s に基づいてモータ駆動電流指令値 I_m を算出すると共に、操舵トルクセンサ9の異常を検出したときに異常状態処理を実行する。次に、上記実施例の動作をマイクロコンピュータ16の処理手順を示す図5及び図6のフローチャートに従って説明する。

【0013】すなわち、図5のフローチャートは、メインプログラムで構成される制御処理を示し、キースイッチをオン状態とすることにより実行開始され、先ずステップ①で、マイクロコンピュータ16が正常状態であるか否かを判定する。この判定は、例えばマイクロコンピュータ16に接続されたウォッチドッグタイマ18がタイムアップしたか否かを判定することにより行い、ウォッチドッグタイマ18がタイムアップしたときには、マイクロコンピュータ16でプログラム暴走等の異常事象が発生したものと判断してステップ②に移行する。このステップ②では、所定のデータ退避等の異常処理を行ってから制御処理を終了する。

【0014】一方、ステップ①で、ウォッチドッグタイマ18がタイムアップしていないときには、マイクロコンピュータ16が正常状態であるものと判断して、ステップ③に移行する。このステップ③では、操舵トルクセンサ9が異常状態であるか否かを判定する。この判定は、操舵トルク異常検出回路12から出力される異常検出信号ASが論理値“1”であるか否かを判断することにより行う。ここで、異常検出信号ASが論理値“1”であるときには、操舵トルクセンサ9が異常であると判断して、ステップ④aに移行して後述するセンサ異常処理を実行し、次いでステップ④bに移行して制御中止フラグが“1”にセットされているか否かを判定し、制御中止フラグが“1”にセットされているときには、前記ステップ②に移行し、制御中止フラグが“0”にリセットされているときには、後述するステップ⑥に移行する。

5

【0015】また、ステップ③の判定結果が異常検出信号ASが論理値“0”であるものであるときにはステップ④に移行する。このステップ④では、増幅器11で増幅した操舵トルク検出値 T_s を読込み、この操舵トルク検出値 T_s が予め設定した零を挟む設定値 $+V_L$ 及び $-V_L$ 間の不感帯幅内であるかを判定する。ここで、 $-V_L \leq T_s \leq +V_L$ であるときには、操舵トルク検出値 T_s が不感帯幅内であると判断してそのまま前記ステップ①に戻り、 $T_s < -V_L$ 、 $T_s > +V_L$ であるときには、ステップ⑤に移行する。

【0016】このステップ⑤では、前記ステップ④で読込んだ操舵トルク検出値 T_s に予め設定した制御ゲイン K_T を乗算して操舵補助トルク値 $T_H (=K_T \cdot T_s)$ を算出し、これを記憶装置の所定記憶領域に更新記憶する。次いで、ステップ⑥に移行して、電動モータ7が異常であるかを判定する。この判定は、モータ駆動回路17の駆動電流を検出し、電動モータ7が短絡状態又は断線状態等による異常状態であるかを判定する。このとき、電動モータ7が異常状態であるときには、ステップ⑥aに移行して、電動モータ7に対する電源の供給を遮断する電動モータ異常処理を行ってから前記ステップ③に移行し、電動モータ7が正常状態であるときには、ステップ⑦に移行する。

【0017】このステップ⑦では、ステップ⑥で算出した操舵補助トルク値 T_H と前回の処理時に算出した操舵補助トルク値 T_{H-1} との差つまり変化量 ΔT_H を算出し、予め設定した最大変化量 ΔT_{MAX} とを比較し、 $\Delta T_H > \Delta T_{MAX}$ であるときには変化量過大であると判断してそのまま前記ステップに戻り、 $\Delta T \leq \Delta T_{MAX}$ であるときにはステップ⑧に移行する。

【0018】このステップ⑧では、予め設定された図7に示す操舵補助トルク値 T とモータ電流設定値 I_M との関係を示す特性線図に対応するマップを参照してモータ電流設定値 I_M を算出し、これをモータ駆動回路17に出力してから前記ステップ①に戻る。一方、ステップ③aのセンサ異常処理は、図6に示すように、先ずステップ③a₁で例えば運転席のインストルメントパネルに設けた警告灯を点灯し、次いでステップ③a₂に移行して、図示しない車両の走行を制御する走行制御用コントローラに対して車両を緩やかに停止させるための停止指令を出力し、次いでステップ③a₃に移行する。

【0019】このステップ③a₃では、記憶装置の操舵補助トルク値記憶領域に記憶されている前回の処理時における操舵補助トルク値 T を読出し、次いでステップ③a₄に移行して、操舵補助トルク値 T が零であるかを判定する。このとき、 $T=0$ であるときには、直接ステップ③a₁₂に移行して制御中止フラグを“1”にセットしてからセンサ異常処理を終了してステップ③bに移行し、 $T \neq 0$ であるときには、ステップ③a₅に移行する。

6

【0020】このステップ③a₅では、漸減値設定フラグ F_s が“1”にセットされているかを判定し、フラグ F_s が“1”にセットされているときには、直接ステップ③a₈に移行し、フラグ F_s が“0”にリセットされているときには、ステップ③a₆に移行して、操舵補助トルク値 T を漸減する漸減値 ΔT を下記(1)式に基づいて設定し、次いでステップ③a₇に移行して、漸減値設定フラグ F_s を“1”にセットしてからステップ③a₈に移行する。

$$10 \quad [0021] \quad \Delta T = |T|/n \quad \dots\dots\dots (1)$$

ここで、 n は任意の変数であって、操舵補助トルク値 T を零まで漸減させるための時間を設定するものであり、変数 n を小さい値に設定すると操舵補助トルク値 T の変化量が大きくなって漸減時間が短くなり、大きい値に設定すると操舵補助トルク値 T の変化量が小さくなって漸減時間が長くなる。

【0022】ステップ③a₆では、操舵補助トルク値 T が正であるかを判定し、 $T > 0$ であるときには、ステップ③a₆に移行して現在の操舵補助トルク値 T から前記ステップ③a₅で設定した漸減値 ΔT を減算した値を新たな操舵補助トルク値 $T (=T - \Delta T)$ として算出し、これを操舵補助トルク値記憶領域に更新記憶してからステップ③a₁₁に移行し、 $T < 0$ であるときには、ステップ③a₁₀に移行して現在の操舵補助トルク値 T に前記ステップ③a₅で設定した漸減値 ΔT を加算した値を新たな操舵補助トルク値 $T (=T + \Delta T)$ として算出し、これを操舵補助トルク値記憶領域に更新記憶してからステップ③a₁₁に移行する。

【0023】ステップ③a₁₁では、ステップ③a₅又は③a₁₀で更新した操舵補助トルク値 T が零を挟む所定許容値 T_L で設定された許容範囲内となったかを判定し、 $-T_L \leq T \leq +T_L$ であるときには前記ステップ③a₁₂に移行して制御中止フラグ F_c を“1”にセットしてからセンサ異常処理を終了して次のステップ③bに移行し、 $T < -T_L$ 又は $T > +T_L$ であるときにはそのままセンサ異常処理を終了して次のステップ③bに移行する。

【0024】ここで、図5の操舵制御処理が制御手段に相当し、このうちステップ③、③a、③b及び図6のステップ③a₁～③a₁₂の処理がトルク漸減手段に相当している。したがって、電動モータ7、操舵トルクセンサ9及びマイクロコンピュータ16で構成される操舵制御系の全てが正常状態であるときには、図5の操舵制御処理を実行開始したときに、ステップ①からステップ③を経てステップ④に移行し、このステップ④で操舵トルクセンサ9の操舵トルク検出値 T_s が不感帯幅内であるかを判定し、ステアリングホイールを中立状態に維持している非操舵状態では、操舵トルクセンサ9の操舵トルク検出値 T_s が略零であることにより、そのままステップ①に戻るため、モータ電流設定値 I_M が零を維持し

7

て、モータ駆動回路17で電動モータ7に供給する駆動電流が零となり、電動モータ7が停止状態にある。

【0025】この非操舵状態から、ステアリングホイールを右又は左切りすると、これに応じて操舵トルクセンサ9から正又は負の操舵トルクに応じた操舵トルク検出値 T_i が出力され、これがマイクロコンピュータ16に入力されるので、図5のステップ④からステップ⑤に移行し、操舵トルク検出値 T_i に応じた操舵補助トルク値 T を算出し、次いでステップ⑥、⑦を経てステップ⑧に移行し、図7に対応する記憶テーブルを参照して電動モータ7に対するモータ電流設定値 I_r を算出し、これをモータ駆動回路17に出力する。

【0026】したがって、モータ駆動回路17で入力されるモータ電流設定値 I_r の正負によって電動モータ7に対する通電方向を設定すると共に、モータ電流設定値 I_r に応じた駆動電流を電動モータ7に供給する。これによって、電動モータ7で、図8の実線図示の特性曲線Lで示すように、ステアリングホイールの操舵に応じた操舵補助トルクが発生され、これが減速歯車5を介してステアリングシャフト2に伝達されて軽い操舵を行うことができる。

【0027】ところが、上述したステアリングホイールの操舵中に、操舵トルクセンサ9に短絡、断線等の異常が発生し、この異常をセンサ異常検出回路12の印加電圧異常検出回路12a、出力電圧異常検出回路12bで検出すると、これら異常検出回路12a、12bから論理値“1”の異常検出信号が出力されるので、オアゲート12cから論理値“1”の異常検出信号ASがマイクロコンピュータ16に出力される。

【0028】このように、論理値“1”の異常検出信号ASがマイクロコンピュータ16に入力されると、図5の処理において、ステップ③からステップ③aに移行して、図6に示すセンサ異常処理を実行する。したがって、センサ異常が発生したことを表す警告灯が点灯され（ステップ③a₁）、次いで走行制御コントローラに対して走行停止指令を出力することにより車両の走行を緩やかに停止させる（ステップ③a₂）。

【0029】次いで、前回の操舵補助トルク値 T を算出す（ステップ③a₃）。このとき、図8に示すように、ステアリングホイールを右操舵状態から中立状態に復帰させる途中の時点 t_1 で操舵トルクセンサ9に異常状態が発生したものとすると、前回の操舵補助トルク値 T は、図8に示すように $+T_i$ となっており、 $+T_i > 0$ であるので、ステップ③a₁からステップ④a₁に移行し、漸減値設定フラグ F_s が“0”にリセットされているので、ステップ③a₃に移行して前記(1)式に従って漸減値 ΔT を算出する。

【0030】次いで、ステップ④a₁で漸減値設定フラグ F_s を“1”にセットしてからステップ④a₂を経てステップ④a₃に移行して現在の操舵補助トルク値 T が

8

ら漸減値 ΔT を減算して新たな操舵補助トルク値 T を算出し、これを操舵補助トルク記憶領域に更新記憶してからステップ④a₁₁に移行し、 $T > +T_i$ であるのでセンサ異常処理を終了して図5のステップ③bに移行し、制御中止フラグが“0”にリセットされているので、ステップ④に移行して正常時と同様に、更新記憶された操舵補助トルク値 T に基づいてモータ電流設定値 I_r を算出してモータ駆動回路17に出力する。このとき、上述したように、操舵補助トルク値 T が漸減値 ΔT だけ減少されているので、この分モータ電流設定値 I_r も減少し、電動モータ7で発生する操舵補助トルクも減少する。

【0031】その後、ステップ④からステップ⑤に戻り、操舵トルクセンサ9の異常状態が継続していると、ステップ④からステップ④aに移行して、センサ異常処理を再実行する。このとき、図6のセンサ異常処理において、ステップ④a₁からステップ④a₃に移行したときに、前回の処理時に漸減値設定フラグ F_s が“1”にセットされていることから、漸減値 ΔT が変更されることなく、前回算出した漸減値 ΔT をもとに操舵補助トルク値 T の漸減を行う結果、図8で破線図示のように、操舵補助トルク値 T が徐々に低下し、これに応じて電動モータ7で発生される操舵補助トルクが徐々に低下する。

【0032】そして、上記処理を繰り返して、操舵補助トルク値 T が設定値 $+T_i$ 以下となると、図6のセンサ異常処理において、ステップ④a₁₁からステップ④a₁₂に移行して制御中止フラグ F_c が“1”にセットされてから、ステップ④bに移行する。このため、ステップ④bからステップ⑤に移行して操舵制御処理を終了し、電動モータ7への電源の供給を遮断して制御を終了する。

【0033】また、操舵トルクセンサ9の異常状態が、図8の時点 t_2 で発生したときには、その直前の操舵補助トルク値 T が $-T_i$ であるので、図5のセンサ異常処理が実行されたときに、ステップ④a₁からステップ④a₁₀に移行して、前回の操舵補助トルク値 T に漸減値 ΔT を加算することにより、操舵補助トルク値 T を図8で破線図示のように、徐々に小さくし、電動モータ7で発生する左操舵に対する操舵補助トルクを減少させる。

【0034】さらに、操舵トルクセンサ9の異常状態が、操舵補助トルク値 T が零であるときに生じたときには、図6のセンサ異常処理が実行されたときに、ステップ④a₁から直接ステップ④a₁₂に移行して制御中止フラグ F_c を“1”にセットすることから、次のステップ④bの処理時に、直接ステップ⑤に移行して、直ちに制御を中止する。これは、操舵補助トルク値 T が零であるときには、ステアリングホイールが中立状態にあり、電動モータ7が停止状態であるので、上述した漸減処理を行う必要がないためである。

【0035】このように、上記第1実施例によれば、操舵トルクセンサ9が短絡、断線等の異常状態となったときに、その直前の操舵補助トルク値 T をもとにして漸減

処理を行うことにより、電動モータ7で発生する操舵補助トルクを徐々に低下させるようにしたので、電動モータ7で発生していた操舵補助トルクによる操舵系の弾性変形量も徐々に少なくなり、キックバックを防止することができると共に、ステアリングホイールの操舵抵抗が徐々に増加することから、運転者に徐々に異常発生を認識させることができ、異常発生に対して余裕をもって車両を停止させる等の操作を行うことができる。また、操舵トルクセンサ9が異常状態となる直前の操舵補助トルク値Tをもとに(1)式に従って漸減値 ΔT を算出する10ようにしているので、図9に示すように、センサ異常直前の操舵補助トルク値Tが異なる場合であっても、常に一定時間内に操舵補助トルク値Tを零とすることができる。ここで、操舵補助トルク値Tが零となるまでの時間としては、概ね3〜5秒程度が好ましい。

【0036】なお、上記第1実施例では、操舵トルクセンサ9で異常発生時に、その直前の操舵補助トルク値Tをもとに漸減値 ΔT を算出する場合について述べたが、漸減値 ΔT を直前の操舵補助トルク値Tにかかわらず予め設定した一定値とするようにしてもよい。また、上記20第1実施例では、操舵補助トルク値Tを階段的に変化させる場合について述べたが、双曲線特性などに變更して連続的な漸減処理を行うようにしてもよい。

【0037】さらに、上記第1実施例では、電動モータ7を減速歯車8を介してステアリングシャフト2に直接接続する場合について述べたが、電動モータ7の出力軸と減速歯車8の入力軸との間に電磁クラッチを設け、この電磁クラッチの締結力を徐々に小さくして電動モータで発生する操舵補助トルクを漸減するようにしてもよい。

【0038】次に、本発明の第2実施例を図10及び図11について説明する。この第2実施例は、図10に示す如く、操舵トルク検出手段として、主操舵トルクセンサ9Aと、副操舵トルクセンサ9Bとの2つのセンサを設け、これら各センサ9A、9Bの夫々にセンサ異常検出回路12A、12Bを設けると共に、各センサ9A、9Bから出力される操舵トルク検出値 T_{sA} 、 T_{sB} が増幅器11A、11Bを介して、マイクロコンピュータ16からの選択信号によって増幅器11A、11Bの増幅出力の何れか一方を選択するアナログ切換スイッチ20に40供給され、このアナログ切換スイッチ20で選択された操舵トルク検出値がA/D変換器14を介してマイクロコンピュータ16に入力されるように構成し、且つマイクロコンピュータ16で図5に対応する図11の処理が実行されることを除いては、前述した第1実施例と同様の構成を有し、第1実施例と同一部分には同一符号を付してその詳細説明は省略する。

【0039】すなわち、図11の操舵制御処理は、図5の操舵制御処理におけるステップ③の判定処理がセンサ異常検出回路12Aの異常検出信号 AS_A を読込み、こ50

れが論理値“1”であるか否かを判定する処理に置換され、その判定結果が論理値“0”であるときに、主操舵トルクセンサ9Aが正常状態であると判断して前記ステップ④に移行し、論理値“1”であるときに、ステップ③d₁に移行する。

【0040】ステップ③d₁では、副操舵トルクセンサ9Bが異常であるか否かを判定する。この判定は、センサ異常検出回路12Bの異常検出信号 AS_B を読込み、これが論理値“1”であるか否かを判定することにより10行う。ここで、異常検出信号 AS_B が論理値“0”であるときには、副操舵トルクセンサ9Bが正常状態であると判断して、ステップ③d₂に移行する。

【0041】このステップ③d₂では、前述したステップ⑤の演算処理に必要な制御ゲイン K_r を K_r/n に設定し、次いでステップ③d₃に移行して、ステップ④での操舵トルク検出値の読込みを主操舵トルクセンサ9Aの操舵トルク検出値 T_{sA} から副操舵トルクセンサ9Bの操舵トルク検出値 T_{sB} に変更するための論理値“1”の選択信号をアナログ切換スイッチ20に出力し、次いで20ステップ③d₄に移行して、例えば運転席のインストルメントパネルに設けたトルクセンサ状態表示用の警告灯21を点滅させてからステップ④に移行する。

【0042】また、ステップ③d₁の判定結果が、異常検出信号 AS_B が論理値“1”であるときには、副操舵トルクセンサ9Bも異常状態であると判断して、前述したステップ③aのセンサ異常処理に移行して、前述した図6のセンサ異常処理を実行し、次いでステップ③eに移行して前記警告灯21を点灯状態に制御してから前記ステップ③bに移行する。

30 【0043】この図11の処理が制御手段に相当し、このうちステップ③d₃の処理が入力切換手段に相当している。したがって、主操舵トルクセンサ9Aが正常状態であるときには、ステップ③cから直接ステップ④に移行することにより、センサ状態表示用警告灯21は消灯状態を維持した状態で前述した第1実施例と同様の正常時の操舵制御処理を実行する。

【0044】しかしながら、主操舵トルクセンサ9Aに異常状態が発生すると、ステップ③cからステップ③d₁に移行し、副操舵トルクセンサ9Bが正常であるときには、ステップ③d₂に移行することにより、制御ゲイン K_r が主操舵トルクセンサ9Aの正常時の $1/n$ に低下されると共に、ステップ③d₃で論理値“1”の選択信号がアナログ切換スイッチ20に出力されて異常となった主操舵トルクセンサ9Aの操舵トルク検出値 T_{sA} に代えて正常な副操舵トルクセンサ9Bの操舵トルク検出値 T_{sB} を読込むように制御され、且つステップ③d₄で警告灯21が点滅されることにより、主操舵トルクセンサ9Bの異常状態が警告される。

【0045】このように、制御ゲイン K_r が正常時の $1/n$ に減少されることにより、ステップ⑦で算出される

操舵補助トルク値Tが正常時の $1/n$ となり、これに応じてステップ④で算出されるモータ電流指令値I_xも主操舵トルクセンサ9Aの正常時よりも小さい値となるので、電動モータ7で発生する操舵補助トルクが操舵トルク検出値T_{ss}に比例しているが正常時に比較して小さい値となって、ステアリングホイールの操舵感が正常時に比較して重くなる。このため、運転者に対してステアリングホイールの操舵感が重くなることによって主操舵トルクセンサ9Aの異常状態を直接的に認識させることができる。

【0046】また、主及び副操舵トルクセンサ9A及び9Bの双方が異常状態となったときには、ステップ④dからステップ④aに移行するので、図6のセンサ異常処理を実行することから、前述した第1実施例と同様に副操舵トルクセンサ9Bが異常状態となる直前の操舵補助トルク値Tをもとに漸減処理が実行されて電動モータ7で発生される操舵補助トルクが徐々に低下される。

【0047】このように、上記第2実施例によると、操舵トルク検出手段が主及び副操舵トルクセンサ9A、9Bの2つで構成されていることにより、主操舵トルクセンサ9Aで異常が発生したときに、副操舵トルクセンサ9Bの操舵トルク検出値に基づいて電動モータ7を制御することができ、操舵補助状態を継続することができ、両操舵トルクセンサの双方が異常となって初めて操舵補助トルクの漸減処理を実行するので、より信頼性の高いフェイルセーフ機能を発揮することができる。しかも、上例のように、電動モータで発生する操舵補助トルクを正常時に比較して小さく設定することにより、運転者に主操舵トルクセンサの異常状態を確実に認識させることができる。

【0048】なお、上記各実施例では、車速センサ10の車速検出値に応じて電動モータ7で発生する操舵補助トルクを変更する車速感応型である場合について述べたが、これに限定されるものではない。また、上記各実施例では、制御手段をマイクロコンピュータ16を適用した制御装置8で構成する場合について述べたが、マイクロコンピュータ16に代えて比較器、演算回路等の電子回路を組み合わせて構成することも可能である。

【0049】さらに、上記第2実施例では、主及び副操舵トルクセンサ9A、9Bの2つのトルクセンサを設けた場合について説明したが、これに限定されるものではなく、3以上のトルクセンサを設けるようにしてもよい。

【0050】

【発明の効果】以上のように、請求項1の発明によれば、操舵トルク検出手段に異常が発生したときに、これを異常検出手段で検出し、制御手段に設けた電圧漸減手段によって電動モータに対する駆動電圧を徐々に低下させるようにしているので、操舵トルク検出手段に異常が

発生したときに電動モータで発生する操舵補助トルクを漸減させることが可能となり、操舵端のキックバックを防止することができると共に、ステアリングホイールの操舵感覚が徐々に重くなることにより、運転者に異常発生を直接認識させることができ、異常発生に対処するために車両の停止等の操作を余裕を持って行うことが可能となり、円滑なフェイルセーフ機能を発現させることができる効果を得られる。

【0051】また、請求項2の発明によれば、操舵トルク検出手段に異常が発生したときに、これを異常検出手段で検出し、制御手段に設けた入力切換手段で、入力される操舵トルク検出値を前記主操舵トルクセンサから副操舵トルクセンサに切換えるように構成されているので、主操舵トルクセンサに異常が発生しても、副操舵トルクセンサの操舵トルク検出値に基づいて操舵制御を継続することができ、より確実なフェイルセーフ機能を発揮することができる効果を得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】請求項1に対応するクレーム対応図である。

【図2】請求項2に対応するクレーム対応図である。

【図3】本発明の第1実施例の概略構成図である。

【図4】第1実施例の制御装置を示すブロック図である。

【図5】第1実施例のマイクロコンピュータにおける操舵制御処理を示すフローチャートである。

【図6】第1実施例のマイクロコンピュータにおけるセンサ異常処理を示すフローチャートである。

【図7】第1実施例の操舵補助トルク値とモータ電流設定値との関係を示す記憶テーブルの一例を示す特性線図である。

【図8】第1実施例の動作の説明に供する時間に対する操舵補助トルク値の変化を示す波形図である。

【図9】第1実施例の動作の説明に供する時間に対する操舵補助トルク値の漸減状態を示す説明図である。

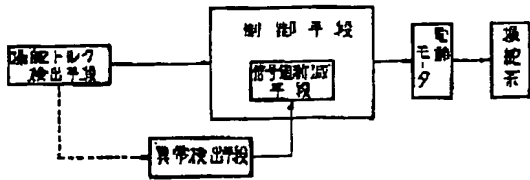
【図10】本発明の第2実施例の制御装置を示すブロック図である。

【図11】第2実施例のマイクロコンピュータにおける操舵制御処理を示すフローチャートである。

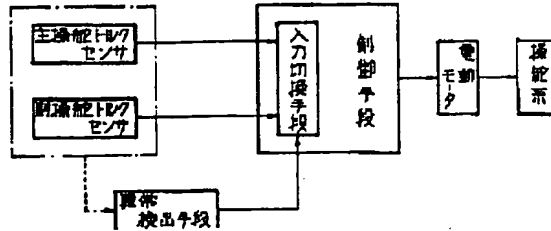
【符号の説明】

- 1 ステアリングホイール
- 2 ステアリングシャフト
- 3 ステアリングギヤ
- 7 電動モータ
- 8 制御装置
- 9, 9A, 9B 操舵トルクセンサ
- 11 増幅器
- 16 マイクロコンピュータ
- 17 モータ駆動回路
- 20 アナログ切換スイッチ

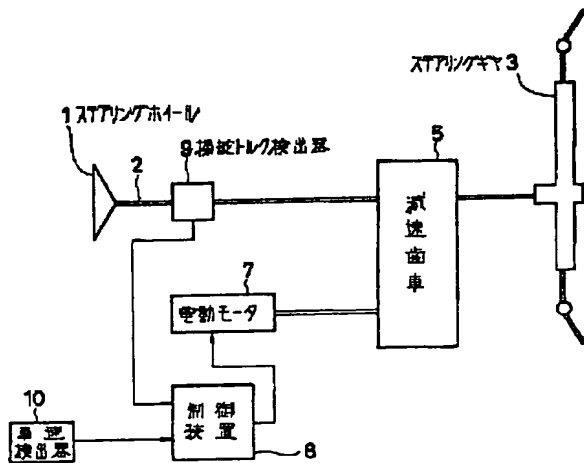
【図1】



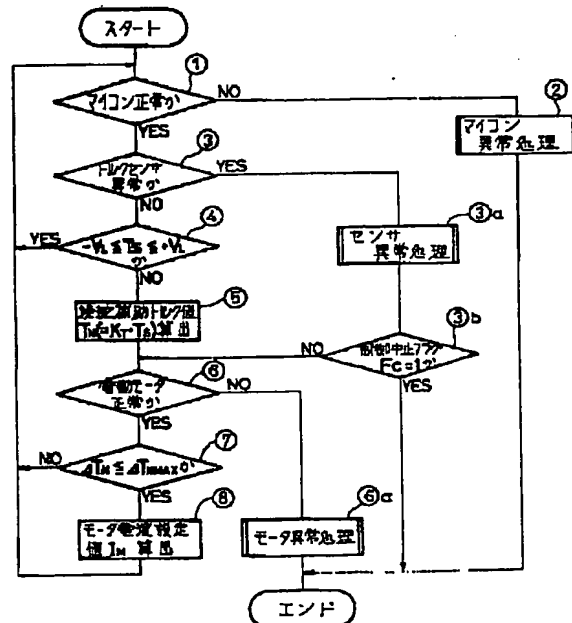
【図2】



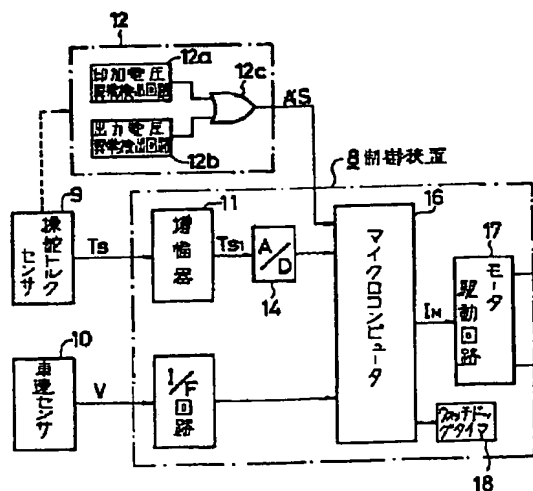
【図3】



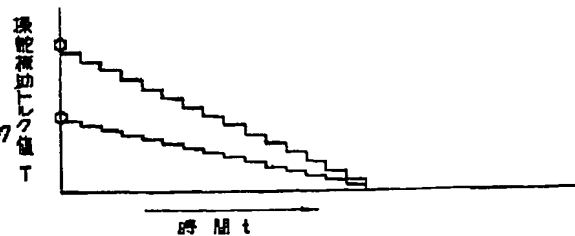
【図5】



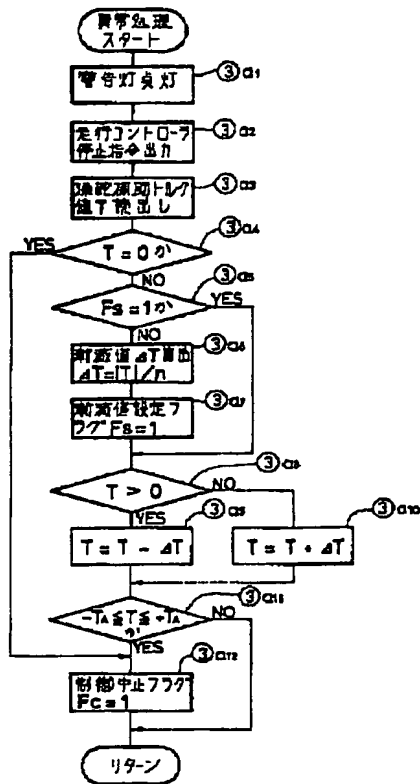
【図4】



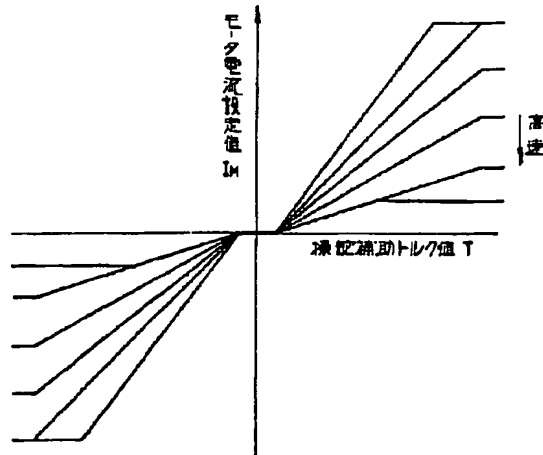
【図9】



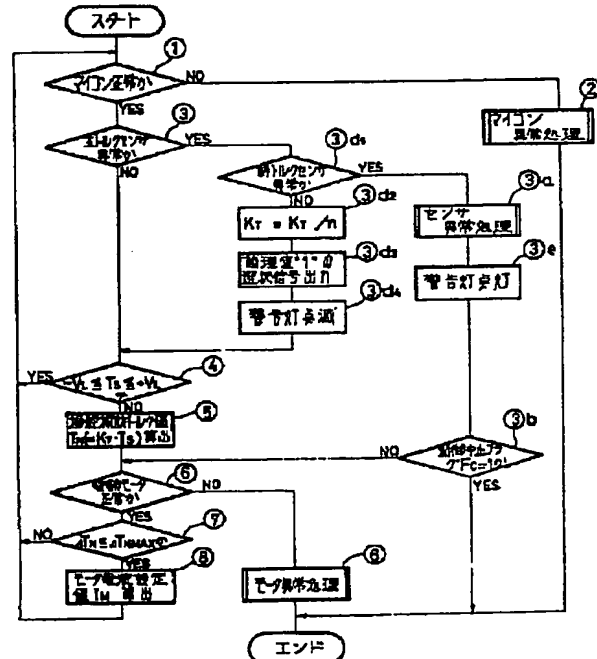
【図6】



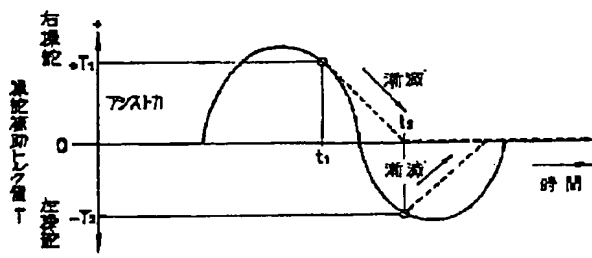
【図7】



【図11】



【図8】



【図10】

